

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 MAI 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

#### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

1er dépôt

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354°01

### REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important

Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /190600

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU	07 MAI 2003 INPI PARIS F 03 05592	07 MAI 2003	1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR Propriété Industrielle 2, rue André Boulle - BP 150 94017 Créteil Cedex (FR) Attn de Didier GAMONAL
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI			
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI			
Vos références pour ce dossier (facultatif) MFR0112			
<b>Confirmation d'un dépôt par télecopie</b> <input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télecopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<input type="checkbox"/> Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date / /
		N°	Date / /
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		N°	Date / /
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POLYPHASÉE ET RÉVERSIBLE POUR VÉHICULE AUTOMOBILE A MOTEUR THÉRMIQUE			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		<input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date / / / N° <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date / / / N° <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date / / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR	
Prénoms			
Forme juridique		S.A.S.	
N° SIREN		9 . 5 . 5 . 5 . 0 . 0 . 2 . 9 . 3	
Code APE-NAF		. . .	
Adresse	Rue	2, rue André Boulle	
	Code postal et ville	94017	Créteil Cedex
Pays		France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		01 48 98 85 83	
N° de télecopie (facultatif)		01 48 98 12 10	
Adresse électronique (facultatif)		didier.gamonal@valeo.com	

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES	07 MAI 2003
DATE	
LIEU	INPI PARIS F
N° D'ENREGISTREMENT	03 05592
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

Préparé à l'INPI

DB 540 W / 190600

<b>6 Vos références pour ce dossier : (facultatif)</b>		MFR0112
<b>7 MANDATAIRE</b>		
Nom		GAMONAL
Prénom		Didier
Cabinet ou Société		VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 8690
Adresse	Rue	2, rue André Boulle
	Code postal et ville	94017 Créteil Cedex
N° de téléphone (facultatif)		01 48 98 85 83
N° de télécopie (facultatif)		01 48 98 12 10
Adresse électronique (facultatif)		didier.gamonal@valeo.com
<b>8 INVENTEUR (S)</b>		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<b>9 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<b>10 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>
 GAMONAL Didier (PG 8690)		

## Domaine de l'invention

La présente invention est relative à une machine électrique tournante réversible telle qu'un alternateur-  
5 démarreur de véhicule, notamment automobile.

Une telle machine est décrite par exemple dans les documents EP-A-0 260 176, FR-A-2 745 444 et FR-A-2 745 445 auxquels on pourra se reporter pour plus de précisions.

10 Cette machine du type polyphasé et réversible fonctionne donc en alternateur pour notamment charger la batterie du véhicule et comme démarreur pour entraîner le moteur à combustion interne, dit aussi moteur thermique, du véhicule automobile pour son démarrage.

15 A cet effet le pont redresseur en sortie de l'induit de l'alternateur sert également de pont de commande des phases de l'alternateur.

## Etat de la technique

20 De manière connue cette machine tournante est dans un mode de réalisation associée au volant moteur du véhicule automobile en étant par exemple intégrée à celui-ci et tourne donc à la même vitesse de rotation que le vilebrequin du moteur thermique du véhicule automobile entraînant en rotation le volant moteur éventuellement en deux parties pour formation d'un volant amortisseur doté d'organes élastiques intervenant entre les deux parties ou d'un volant flexible. Dans ces deux cas le rotor de la machine est porté par l'une de ces parties.

25 En variante la machine réversible est entraînée en rotation par le vilebrequin par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission de mouvement tel qu'un dispositif à poulies et courroie. Dans ce cas la machine tourne à une vitesse supérieure à celle du vilebrequin.

30 Dans tous les cas la machine électrique tournante comprend :

- un rotor bobiné constituant l'inducteur associé classiquement à deux bagues collectrices et deux balais par lesquels est amené le courant d'excitation ;

5 - un stator polyphasé portant plusieurs bobines ou enroulements, constituant l'induit, qui sont connectés en étoile ou en triangle dans le cas le plus fréquent d'une structure triphasée et qui délivrent vers le pont redresseur, en fonctionnement alternateur, la puissance électrique convertie.

10 Le pont est relié aux différentes phases de l'induit et est monté entre la masse et une borne d'alimentation de la batterie. Ce pont présente par exemple plusieurs bras avec des diodes associées à des transistors de type MOSFET ou plus généralement à des interrupteurs.

15 Le fonctionnement en mode moteur d'une telle machine s'effectue en imposant par exemple un courant continu dans l'inducteur et en délivrant de manière synchrone sur les phases du stator des signaux déphasés de  $120^\circ$ , idéalement sinusoïdaux mais éventuellement trapézoïdaux ou carrés.

20 Ce pont redresseur et de commande est piloté par un module électronique de commande et de contrôle. Le pont et le module de commande appartiennent à une unité, dite unité de commande et de contrôle, implantée le plus souvent à l'extérieur de la machine.

25 Cette unité comporte un calculateur tel qu'un microcontrôleur.

Il est en outre prévu des moyens pour le suivi de la position angulaire du rotor pour, en mode moteur électrique, injecter au bon moment du courant électrique dans la phase appropriée et donc dans le bobinage concerné du stator.

30 Ces moyens avantageusement du type magnétique, en variante du type optique, envoient des informations à l'unité électronique de commande et de contrôle et sont décrits par exemple dans les documents WO 01/69762 déposé le 09 mars 2001.

35 Ces moyens comportent donc une cible calée en rotation sur le rotor ou la poulie de la machine et au moins un capteur

du type à effet Hall ou magnéto-résistif détectant le passage de la cible avantageusement du type magnétique.

De préférence au moins trois capteurs sont prévus, ceux-ci étant portés par le palier avant ou arrière que comporte la machine électrique tournante pour supporter de manière fixe le stator et à rotation le rotor.

5 Dans le document EP -A- 0 715 979 on a prévu de faire travailler la machine comme moteur auxiliaire pour, lorsque le véhicule est en stationnement, mettre en marche le dispositif de 10 climatisation du véhicule automobile et entraîner le compresseur de ce dispositif.

Dans le document WO 01/45250 on a également prévu de faire travailler la machine comme moteur auxiliaire notamment lorsque lors d'un arrêt du moteur thermique du véhicule au feu 15 rouge.

Dans tous les cas il est prévu une unité électronique de 20 commande et de contrôle comportant un commutateur permettant, d'une part, de raccorder le rotor bobiné de la machine à un dispositif régulateur de tension contrôlant l'intensité, circulant dans l'inducteur lorsque la machine fonctionne en 25 générateur électrique -mode alternateur- et, d'autre part, de raccorder le stator de la machine à un dispositif de commande, tel qu'un onduleur, commandant de manière séquentielle les phases de l'induit avec intervention de capteurs de la position 30 angulaire du rotor lorsque la machine fonctionne en moteur électrique notamment en mode démarreur.

Dans le document WO 02/060711 il est décrit un procédé de 35 commande de la machine, dans lequel, lors du fonctionnement en moteur électrique ladite machine fonctionne selon deux modes correspondants à des courbes de caractéristiques vitesse/couple différentes, à savoir un premier mode, dit mode démarreur, permettant d'entraîner le moteur thermique du véhicule pour démarrer celui-ci avec des couples élevés pour des vitesses basses, tandis que le second mode, dit mode moteur auxiliaire, permet d'entraîner la machine seule ou au moins un consommateur de puissance, tel que le compresseur d'un dispositif de

climatisation ou une pompe d'assistance pour direction hydraulique assistée, et/ou le moteur thermique avec des vitesses plus élevées et des couples plus faibles que ceux du mode démarreur, ladite machine électrique étant dotée d'un 5 stator présentant des phases, d'un rotor et de moyens pour le suivi de la rotation du rotor; lesdits moyens comportant des capteurs adaptés à envoyer des signaux à une unité électronique de commande et de contrôle des phases du stator. Les signaux envoyés par les capteurs à la dite unité sont utilisés, d'une 10 part, dans un premier ordre, dit ordre direct, tant que la machine électrique fonctionne en mode démarreur et, d'autre part, dans un ordre modifié par rapport à l'ordre direct lorsque la machine électrique fonctionne en mode moteur auxiliaire.

En mode moteur auxiliaire, par rapport audit ordre 15 direct, on effectue au moins une permutation et une inversion des signaux envoyés par les capteurs à ladite unité.

Le mode moteur auxiliaire est activé lorsqu'en mode démarreur la vitesse de rotation de la machine électrique atteint un seuil, dit vitesse d'activation, avant que la puissance de ladite 20 machine s'annule comme visible en n à la figure 1.

La permutation et l'inversion des signaux envoyés par les capteurs à ladite unité sont réalisées en sorte de créer un déphasage d'au moins un pas de  $- 60^\circ$  électrique par rapport audit ordre direct.

25 L'inversion et la permutation des signaux envoyés par les capteurs à ladite unité sont réalisées par l'intermédiaire d'éléments discrets, tels que des portes logiques du type ET associées à chaque capteurs comme visible à la figure 2, dans laquelle C'1, C'2 et C'3 sont les signaux actifs délivrés par 30 les nouveaux capteurs suite à l'inversion et la permutation des signaux pour la vitesse n.

Grâce à ces dispositions la machine électrique tournante et réversible est utilisée en moteur électrique auxiliaire dans une plage de vitesse supérieure à celle nécessaire à démarrer le 35 moteur thermique. Ainsi on peut arrêter le moteur thermique du véhicule automobile au feu rouge et entraîner au moins un

accessoire ou une charge électrique par la machine électrique tel que le compresseur du dispositif de climatisation. Ensuite on peut redémarrer le moteur thermique. En variante l'accessoire est une pompe d'assistance pour direction hydraulique assistée 5 en sorte que l'on peut tourner les roues lorsque le moteur thermique est arrêté au feu rouge. Bien entendu on peut en mode moteur auxiliaire entraîner plusieurs charges électriques ou en variante entraîner la machine seule avant de passer en mode alternateur.

10

#### Objet de l'invention

Dans ce document WO 02/060711 les signaux délivrés par les capteurs sont du type tout ou rien en sorte que l'on 15 augmente le couple délivré par la machine en fonctionnement mode moteur électrique à une vitesse déterminée.

Avec ce type de signal il est difficile d'ajuster les signaux des capteurs pour avoir lorsque la machine fonctionne en 20 moteur électrique (mode démarreur et mode auxiliaire) un couple optimal en fonction de la vitesse de rotation de la machine car on ne connaît pas de manière précise la position instantanée du rotor de la machine.

D'une manière générale il est souhaitable d'augmenter le couple délivré par la machine en fonctionnement mode moteur 25 électrique.

La présente invention a pour objet de pallier cet inconvénient et de répondre à ce souhait de manière simple et économique.

30 Suivant l'invention un procédé de commande d'une machine électrique tournante polyphasé et réversible du type sus-indiqué comportant un rotor avec au moins un bobinage d'excitation est caractérisé en ce que, partant de capteurs du type linéaire délivrant des signaux de type sinusoïdal après lecture de la 35 cible magnétique, on effectue une sommation des signaux délivrés par les capteurs en affectant à ceux-ci un coefficient pour

créer des signaux déphasés en nombre égal au nombre de capteurs et en ce que pour chaque signal déphasé la somme des coefficients est nulle.

5       Grâce à l'invention on obtient la précision requise dans l'environnement perturbé de la machine électrique tout en augmentant le couple délivré par la machine et/ou le rendement de celle-ci lorsque la machine fonctionne en mode moteur électrique.

10       Il est ainsi possible d'augmenter les performances de la machine pour faire mieux décoller le véhicule au démarrage ou pour éviter que le moteur du véhicule cale, la machine intervenant alors pour jouer une fonction de " boost" et ce pour des vitesses de rotation plus basses du moteur thermique du 15 véhicule automobile.

D'une manière générale, par rapport à l'art antérieur, lorsque la machine fonctionne en mode moteur électrique

20       - on limite le courant dans l'onduleur tout en ayant des décalages plus faibles des signaux des capteurs ;  
- on augmente le couple de la machine pour des vitesses de rotation de celle-ci inférieures à celles de l'art antérieur ;  
- on peut réaliser des décalages continûment variables sur toute la plage de vitesse de rotation de la machine pour obtenir 25 un couple optimal délivré par la machine en mode moteur électrique sur toute cette plage.

30       Les capteurs sont dans un mode de réalisation des capteurs à effet Hall du type linéaire ou des capteurs linéaires du type magnétorésistif.

#### Description sommaire des dessins

35       D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est

purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 montre, selon le document WO 02/060711, les courbes caractéristiques (couple et puissance en fonction d'une vitesse de rotation plus précisément le nombre de tours par minute) -à savoir celle du rotor de la machine proportionnelle à celle du moteur thermique du véhicule ;
- la figure 2 illustre un circuit d'alimentation conforme à un mode de mise en œuvre possible selon le document WO 02/060711..
- la figure 3 est une vue en coupe axiale, sans coupe axiale du rotor de la cible et du porte-cible, d'un alternateur -démarreur selon le document WO 02/060711;
- la figure 4 représente la courbe caractéristique (tension, temps), après lecture de la cible magnétique, d'un signal du capteur du type linéaire utilisé pour réaliser l'invention ;
- la figure 5 est un schéma illustrant l'invention ;
- la figure 6 est un schéma d'un premier mode de réalisation selon l'invention avec un déphasage des signaux continûment variable en fonction de la vitesse de rotation de la machine ;
- la figure 7 est une vue partielle analogue à la figure 6 pour un second mode de réalisation ;
- 25 la figure 8 est une vue schématique de la machine électrique tournante selon l'invention.

#### Description d'exemples de réalisation de l'invention

30 Dans les figures la machine électrique tournante réversible du type polyphasé est un alternateur-démarreur du type sus-indiqué est décrit par exemple dans le document WO 01/69762 précité.

35 Cette machine a ici la structure d'un alternateur classique par exemple du type de celui décrit dans le document EP-A-0 515 259 auquel on se reportera pour plus de précisions.

Cette machine, comme illustré à la figure 1, est donc à ventilation interne (refroidissement par air), son rotor à griffes 4 portant au moins à l'une de ses extrémités axiales un ventilateur 43, 44 à pales 45. En variante la machine est 5 refroidie par eau.

Plus précisément à la figure 1 le rotor 4 est un rotor à griffes avec des roues polaires 41,42 portants à leur périphérie externe des dents 143 d'orientation axiale et de forme trapézoïdale. Les dents 143 d'une roue polaire sont dirigées 10 vers les dents de l'autre roue polaire, lesdites dents de forme globalement trapézoïdale étant réparties de manière imbriquée d'une roue polaire à l'autre.

Bien entendu, comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 793 085, des aimants permanents peuvent être intercalés 15 entre les dents des roues polaires pour augmenter le champ magnétique. Ces dents sont issues de la périphérie externe d'un flasque transversal que comporte chaque roue polaire 41,42.

Le rotor 4 porte centralement un bobinage d'excitation entre les flasques de ses roues polaires. Ce bobinage est 20 visible par exemple à la figure 3 du document WO 01/69762 et est porté par des noyaux issus des flasques des roues 41,42 ou par un noyau constituant une entretoise entre lesdits flasques.

Le bobinage d'excitation comporte un élément électriquement conducteur qui est enroulé avec formation de 25 spires. Ce bobinage d'excitation, lorsqu'il est activé, magnétise le rotor 4 pour créer à l'aide des dents 143 des paires de pôles magnétiques Nord-Sud. Les extrémités du bobinage du rotor sont reliées chacune à une bague collectrice 6,7 sur chacune desquelles frotte un balai (non référencé). Les balais 30 sont portés par un porte-balais 16 solidaire du palier arrière 14 de la machine portant centralement un roulement à billes (non référencé) supportant à rotation l'extrémité arrière de l'arbre 3 portant à solidarisation, ici grâce à un moletage, le rotor 4.

L'extrémité avant de l'arbre 3 est supportée à rotation 35 par un roulement à billes 11 porté par le palier avant 13 de la machine. L'extrémité avant de l'arbre porte à l'extérieur de la

machine un organe de transmission de mouvement sous la forme d'une poulie 1 appartenant à un dispositif de transmission de mouvement comportant au moins une courroie en prise avec la poulie. Le dispositif de transmission de mouvement établit une 5 liaison entre la poulie et un organe, tels qu'une autre poulie, entraîné en rotation par le moteur à combustion interne du véhicule. L'arbre 3 est fileté à son extrémité avant pour fixation de la poulie 1 intérieurement creuse à l'aide d'un écrou 2 comme visible dans cette figure 1. L'axe de symétrie 10 axiale X-X définit l'axe de rotation de la machine électrique tournante ici du type triphasé.

Lorsque la machine - ici un alternateur-démarreur - fonctionne en mode alternateur c'est-à-dire comme générateur électrique, la poulie est entraînée en rotation par le moteur à 15 combustion interne du véhicule via au moins la courroie précitée. Lorsque la machine fonctionne en mode démarreur, c'est-à-dire en moteur électrique, la poulie entraîne en rotation le moteur du véhicule via la courroie.

En variante le dispositif de transmission de mouvement, 20 comporte au moins une chaîne, ou au moins un engrenage, ou au moins un pignon en sorte que la poulie 1 peut être remplacée par une roue dentée, un engrenage, un pignon ou autre organe constituant l'organe de transmission de mouvement.

Les paliers avant et arrière 13,14, de manière connue, 25 sont ajourés pour la ventilation interne de la machine, sont reliés entre eux, par exemple à l'aide de tirants comme visible à la figure 1, et appartiennent au support S de la machine destiné à être fixé sur une partie fixe du véhicule.

Les paliers présentent ainsi des entrées et des sorties 30 d'air.

En variante, de manière connue, les supports sont en contact étanche l'un avec l'autre et sont creusés intérieurement à leur périphérie externe d'orientation axiale pour formation 35 d'un canal de circulation d'un fluide de refroidissement, tel que le fluide de refroidissement du moteur thermique du véhicule, en sorte que la machine est refroidie ; ce type de

refroidissement étant appelé classiquement refroidissement par eau.

Le support 5 grâce aux paliers 13,14 porte intérieurement de manière fixe à sa périphérie externe le stator 8 de la machine comportant un corps, constitué usuellement par un paquet de tôles, portant des bobines ou plus généralement des enroulements dont les sorties sont reliées au pont redresseur et de commande précité.

Les bobines ou enroulements du stator sont formés par des fils électriquement conducteurs, par exemple conformés pour présenter des enroulements en étoile et en triangle comme décrit par exemple dans le document FR A 2 737 063, ou des enroulements en barres électriquement conducteurs comme décrit par exemple dans les documents WO 92/06527 et WO 02/50976 déposé le 21/12/2001 ; les barres peuvent être de section rectangulaire. Les fils ou les barres traversent à isolation électrique le corps du stator 8 et sont reliés entre eux pour former des réseaux s'étendant de part et d'autre du corps du stator 8 en formant un premier et un deuxième chignons.

Plus précisément, de manière connue, la machine comporte plusieurs phases comprenant chacune une entrée et une sortie et les fils ou les barres sont reliés entre eux pour former lesdits réseaux et connecter l'entrée de la phase à la sortie de la phase en formant au moins un enroulement par phase. La machine peut donc être du type triphasée ou hexaphasé comme dans les figures 2 à 6 de ce document WO 02/50976. Les fils ou les barres traversent axialement à isolation électrique dans une forme de réalisation des encoches formées dans chaque tôle du corps du stator. En variante les fils ou les barres traversent centralement à isolation électrique le corps du stator en étant fixés au corps du stator par de la résine comme décrit par exemple dans le document US A 5 097 167.

Le stator 8, constituant en mode alternateur l'induit de la machine, entoure le rotor 4, constituant en mode alternateur l'inducteur de la machine. Les balais, via le porte-balais 16, sont reliés à un dispositif régulateur de tension de

l'alternateur pour maintenir la tension de l'alternateur à une tension voulue ici de l'ordre de 14V, pour une batterie de 12V.

Le pont redresseur, l'unité électronique de commande et de contrôle du pont redresseur à bras sont ici montés dans un 5 boîtier électronique implanté à l'extérieur de la machine. Il en est de même dans une forme de réalisation du dispositif régulateur de tension.

En variante le boîtier est monté sur la machine par exemple à l'arrière, comme décrit par exemple dans le document 10 FR 01 16088 déposé le 12/12/2001, ou à la périphérie externe de celle-ci.

Le dispositif régulateur de tension est dans une variante monté à l'extérieur du boîtier en étant relié électriquement à celui-ci. Toutes les combinaisons sont possibles.

15 Ce boîtier porte des moyens de commutation comportant ici des interrupteurs de puissance, une unité électronique de commande et de contrôle et un circuit de surexcitation.

L'unité électronique comporte un calculateur, tel qu'un microcontrôleur, recevant des informations de capteurs 20 52, décrits ci-après.

La machine formant alternateur-démarreur présente ici des bobinages de stator et un pont redresseur montés en parallèle avec une batterie B d'un véhicule et un bobinage d'excitation porté à solidarisation par le rotor et alimenté par 25 l'intermédiaire d'un circuit de surexcitation.

Ce circuit de surexcitation est actif en mode démarrage (alternateur-démarreur fonctionnant en moteur électrique) pour, rendre maximal le couple de démarrage de l'alternateur-démarreur et démarrer plus aisément le moteur à combustion interne, dit 30 aussi moteur thermique, du véhicule automobile, soit lors d'un démarrage à froid, soit lors d'un redémarrage après par exemple un arrêt à un feu rouge ; le moteur ayant été coupé pour réduire à la consommation de carburant et réaliser ainsi une fonction dite de «Stop and GO».

35 Ce circuit de surexcitation reçoit en entrée la tension de réseau de bord délivrée par la batterie et/ou l'alternateur

et délivre aux bornes du bobinage d'excitation une tension supérieure à cette tension de réseau de bord.

Le montage comporte de manière précitée en outre des moyens de commutation (interrupteur de puissance par exemple) commandés par l'unité électronique de commande.

Cette unité de commande est associée au dispositif régulateur de tension de l'alternateur et commande par exemple le commutateur par un signal à modulation de largeur d'impulsion.

Egalement, l'unité de commande et de contrôle peut comporter des moyens qui permettent, dans le cas où l'alternateur-démarreur se déchargerait sur le réseau de bord en étant déconnecté par rapport à la batterie (cas de « load dump » selon la terminologie anglo-saxonne généralement utilisée par l'homme du métier), de commander immédiatement l'ouverture du commutateur de puissance afin de réaliser une démagnétisation rapide de l'alternateur, notamment de son rotor.

Le circuit de surexcitation agit également lorsque la machine fonctionne en mode alternateur.

En variante on peut mettre en forme le bobinage d'excitation du rotor 4 à l'aide d'un outil de conformage pour donner à celui-ci à sa périphérie externe une forme pointue ou une forme de tonneau afin que le bobinage vienne au plus près des dents axiales du rotor à griffes comme décrit par exemple dans le document WO 01/93406 déposé le 29 mai 2001. Ceci est favorable pour la surexcitation.

Bien entendu l'alternateur-démarreur peut être implanté au niveau de l'embrayage du véhicule automobile comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 782 356 déposé le 28 juillet 1999.

Ainsi le rotor de l'alternateur-démarreur peut être implanté entre le moteur à combustion interne du véhicule automobile et le plateau de réaction de l'embrayage à friction.

En variante le rotor peut être implanté en aval de l'embrayage à friction.

Dans ces deux cas le rotor est entraîné en rotation par le volant moteur du véhicule automobile lié en rotation au vilebrequin du moteur thermique du véhicule automobile.

5 Le rotor peut être porté par le volant moteur, qui entraîne en rotation de l'embrayage à friction, le plateau de réaction constituant alors l'extrémité arrière du volant moteur.

De manière précitée ce volant peut être en deux parties en sorte que le rotor est dans ce cas porté par la partie 10 primaire, solidaire en rotation du vilebrequin, ou la partie secondaire solidaire du plateau de réaction de l'embrayage destiné à coopérer avec une face de friction du disque de friction de l'embrayage. Des organes élastiques, ainsi qu'éventuellement un limiteur de couple, interviennent entre ces 15 deux parties pour une bonne filtration des vibrations et formation d'un double volant amortisseur. En variante ces deux parties sont solidaires, l'une pouvant être souple axialement pour formation d'un volant flexible.

20 L'alternateur-démarreur peut être sans balai. En variante, l'alternateur-démarreur comporte un rotor à pôles saillants avec des bobinages d'excitation associés à chaque pôle. En variante, comme décrit dans le document WO 02/054566, le rotor comporte une alternance de bobinages d'excitation et d'aimants permanents intégrés dans le rotor, les bobinages d'excitation étant 25 enroulés autour de pôles saillants, découpés dans le paquet de tôles que comporte le rotor, tandis que les aimants permanents sont reçus dans des logements réalisés dans le paquet de tôles du rotor et fermés à chacune de leurs extrémités axiale par une pièce de maintien, dotée d'une partie amagnétique destinée à 30 venir en butée avec les aimants.

Il est en outre prévu des moyens pour le suivi de la position angulaire du rotor pour, en mode moteur électrique, injecter au bon moment du courant électrique dans la phase appropriée et donc dans le bobinage concerné du stator.

35 Ces moyens, avantageusement du type magnétique, envoient des informations à l'unité électronique de commande et sont

décrits par exemple dans le document WO 01/69762 déposé le 09 mars 2001.

Ainsi à la figure 3 une cible 50 est fixée sur un porte-cible calé en rotation sur le rotor 4. Ce porte-cible est 5 implanté axialement entre le rotor 4 et le palier arrière 14 radialement en dessous des pales 45 du ventilateur 44. Ce porte-cible forme une entretoise entre le rotor 4 et la bague interne du roulement à billes du palier arrière 14 et entoure en partie 10 la bague externe de ce roulement à billes comme visible dans les figures de ce document WO 01/69762. Sur le fond transversal du palier arrière est fixé un porte-capteurs 53 qui porte ici trois capteurs 52, qui suivant une caractéristique de l'invention sont 15 du type linéaire.

Les capteurs sont déphasés de  $120^\circ$  électrique ( $2\pi/3$ ) 15 entre eux.

La cible 50 est ici de forme annulaire continue. Cette cible 50 est magnétique et porte de manière alternée des pôles Nord et Sud. La lecture par les capteurs 52 à seuil est du type 20 radial. Pour ce faire le porte-capteurs 53, par exemple en matière plastique, présente des portions 55 d'orientation axiale 55 traversant ici un trou 54 de grande taille du palier 14. Chaque portion 55 porte un capteur 52 implanté radialement au-dessus de la cible 50 d'orientation axiale portée par la 25 périphérie externe du porte-cible. Le porte-capteurs 53 présente des oreilles 56 avec des trous de forme oblongue traversés chacun par un boulon de fixation 57 au fond du palier 14. Les portions 55 sont implantées radialement en dessous des pales 45. Le porte-capteurs 53 a ainsi une position réglable circonférentiellement par rapport au palier 14. Un capot de 30 protection 17 ajouré coiffe la partie arrière de la machine et notamment le porte-balais 16 et le porte-capteurs 53. Ce capot 17 est fixé sur le flasque arrière 14 constituant avec le palier avant 13 le support fixe S du stator 8 de la machine du type synchrone.

35 En variante la lecture est axiale les capteurs étant implantés axialement en face de la cible à la faveur du trou 54.

En variante le porte-cible est implanté entre le fond du palier avant 13 et le rotor à la place de l'entretoise 70 en appui sur la bague interne du roulement à billes 11. Le porte-capteurs 53 est alors fixé de manière réglable angulairement sur le palier avant 13.

En variante la cible est fixée sur la poulie 1 en vis à vis du porte-capteurs porté de manière réglable angulairement par le palier avant 13 comme décrit dans le document FR 2 807 231; la lecture étant du type axial ou radial.

En variante le porte cible est d'un seul tenant avec le ventilateur concerné solidaire du rotor comme à la figure 12 du document WO 02/060711.

En variante les capteurs sont montés sur une pièce porteuse portant à sa périphérie externe le stator de la machine et permettant de définir un entrefer précis avec le rotor. Le volant moteur porte le rotor de la machine ainsi que le plateau de réaction de l'embrayage. Des moyens de palier, tels que au moins un roulement à billes interviennent entre le volant moteur et la périphérie interne de la pièce porteuse comportant une partie en forme de U entourant partiellement le rotor portant la cible magnétique. Les capteurs sont implantés en vis à vis de cette cible de manière similaire à ce qui est décrit dans les figures 23 à 25 du document FR 2 802 592 déposé le 20/12/2000, la cible magnétique remplaçant la roue codeuse. La machine est alors du type synchrone.

La cible comporte avantagusement un nombre de paires de pôles magnétiques Nord-Sud identiques à celui du rotor 4. Le porte-cible est de nature amagnétique ou en variante amagnétique. La cible peut comporter des ferrites et/ou des terres rares. En variante la cible est magnétisée à l'aide de bobinages ou comporte des secteurs inertes fluxés par le champ magnétique rotorique.

Les moyens de suivi de la position angulaire du rotor sont donc du type magnétique et comportent des capteurs du type linéaire de manière précitée. Les capteurs sont dans un mode de

réalisation des capteurs à effet Hall du type linéaire, en variante des capteurs magnétorésistifs.

Dans tous les cas les capteurs 52 envoient des 5 informations à l'unité électronique de commande et de contrôle. Ici trois capteurs sont prévus à raison d'un capteur par phase, les signaux des capteurs étant, de manière connue, déphasés d'un angle de 120° électrique pour alimentation séquentielle des 10 phases du stator 8 permettant de créer un champ électromagnétique tournant.

On voit à la figure 4 le signal sinusoïdal délivré par l'un des capteurs du type linéaire après lecture de la cible magnétique.

Dans cette courbe l'ordonnée V représente une tension et 15 l'abscisse t un temps.

Le signal est globalement sinusoïdal du fait de la présence de la cible magnétique. Avec ce type de signal on peut connaître la position instantanée du rotor 4 de la machine.

On voit dans cette figure la présence d'un décalage de 20 tension (V offset). Ce décalage est du à la présence du rotor 4, plus précisément à la magnétisation du rotor due à la présence d'au moins un bobinage d'excitation, qui influe sur le signal délivré par le capteur après lecture de la cible magnétique.

Des bruits et des saturations des capteurs se produisent 25 également.

Tout ceci affecte le signal délivré par le capteur en sorte que celui-ci n'est pas centré sur le zéro de la figure 4.

A la figure 5 on a schématisé cela par le bloc 200 indiquant que chaque signal d'un capteur est augmenté notamment 30 par « l'offset » de la figure 4.

L'invention tire partie de ces capteurs du type linéaire pour augmenter le couple délivré par la machine lorsque celle-ci fonctionne en mode moteur électrique.

Ainsi suivant l'invention on effectue dans une unité 300 de traitement une sommation des signaux délivrés par les capteurs en affectant à ceux-ci un coefficient pour créer des

signaux déphasés en nombre égal au nombre de capteurs. Pour chaque signal déphasé la somme des coefficients est nulle.

L'unité reçoit ainsi les signaux C1, C2 et C3 délivrés par les trois capteurs 52 et affectés par les bruits, les offset 5 et les saturations des capteurs.

La figure 5 illustre l'invention, les signaux T1\_X, T2\_X et T3\_X correspondant aux signaux des nouveaux capteurs de la figure 2.

L'augmentation du couple est visible à la figure 1. Plus 10 précisément les courbes C et D de l'art antérieur sont raccordées par la courbe G obtenue grâce à l'invention et on a représenté par une zone hachurée l'augmentation de couple.

A la figure 8 on a représenté, comme dans les documents 15 FR A 2 745 444 et FR A 2 7445 444 auxquels on se reportera pour plus de précisions, un schéma de la machine électrique réversible selon l'invention incluant l'unité de traitement 300.

Ainsi on voit en 52 les capteurs du type linéaire et en 300 l'unité précitée avec ses signaux d'entrée C1 à C3 et ses 20 signaux T1\_X à T3\_X reliées à l'unité de commande et de contrôle 301.

Dans cette figure les références 1, 4, 8 désignent respectivement la poulie 1 de la machine, le rotor et le stator schématisé par ses enroulements ou bobinages ici en triangle et 25 à raison d'un enroulement par phase.

La référence 201 désigne le pont de redressement et de commande associé à la machine et relié aux sorties des phases du stator de la machine.

Ce pont 201 est monté entre la masse et la borne positive 30 de la batterie B du véhicule. Il comporte ici des transistors 70 du type MOSFET intégrant par construction une diode 60 entre leur drain et leur source.

En mode moteur électrique les diodes fonctionnent en 35 diode de roue libre, le pont étant alors un onduleur avec des bras, et en mode générateur électrique elles fonctionnent en pont redresseur comme dans un alternateur classique. Les

transistors 70 jouent donc, de manière connue, à la fois le rôle d'interrupteurs et de diode de roue libre.

L'unité 301 délivre en mode moteur électrique (mode onduleur) des signaux A, B, C sur les grilles des transistors 70 reliés à la masse et des signaux A', B', C' sur les grilles des transistors 70 reliés à la borne positive de la batterie B du véhicule. Pour ce faire l'unité 301 présente des drivers associés à chacun des signaux T1\_X, T2\_X et T3\_X afin de générer les signaux A à C'.

10 La référence 90 représente le régulateur de tension et la référence 110 la clef de contact et son interrupteur associé. L'unité 301 commande également un transistor 100 du type MOSFET relié au régulateur 90 pour court-circuiter celui-ci en mode électrique.

15 Grâce à l'invention on peut réaliser des décalages de capteur continûment variables sur toute la plage de vitesse de manière à avoir un couple optimal sur cette plage. Pour cela il suffit d'avoir une consigne de phase tenant compte de l'amplitude des 20 signaux capteurs C1, C2, C3, et de la comparer aux mêmes signaux capteurs C1, C2, C3.

Un microcontrôleur réalise cela dans le mode de réalisation de la figure 6.

Ainsi dans cette figure 6 l'unité de traitement comporte un 25 microcontrôleur 302 relié par des liaisons électriques 303 à un convertisseur numérique analogique 304 connecté lui-même aux comparateurs 305 à 306 délivrant les signaux T1\_x, T2\_x et T3\_x associés aux drivers de l'unité 301 générant les signaux A à C'. Le convertisseur 304 reçoit les signaux C1 à C3.

30 Un circuit analogique linéaire (condensateurs et résistances) permet aussi de réaliser un décalage capteur fonction de la vitesse de rotation.

La figure 7 montre en partie un tel circuit. Dans cette figure les résistances sont représentées par des rectangles et les 35 condensateurs de manière conventionnelle, M étant la masse. Pour plus de précisions notamment en ce qui concerne les liaisons

électriques en particulier avec les entrées + et - du comparateur, ici le comparateur 305, on se reportera à cette figure 7, sachant que le motif est répétitif pour les autres comparateurs 306 et 307.

5 Avantageusement on réalise une combinaison linéaire des capteurs de sorte que la somme des coefficients soit nulle (le bruit de mode commun et l'offset sont alors éliminés)

10 Les signaux  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  sont approximativement sinusoïdaux et ont comme valeur exprimée en nombre imaginaire :

$$C_1 = e^{j\omega t}$$

$$C_2 = e^{j(\omega t + 2\pi/3)}$$

$$C_3 = e^{j(\omega t - 2\pi/3)}$$

15 On calcule les coefficients  $\lambda$  pour ajouter un déphasage  $\theta$  en sorte que

$$e^{j(\omega t + \theta)} = \sum_{i=1}^3 \lambda_i C_i$$

20 avec

$$\sum_{i=1}^3 \lambda_i = 0$$

25 La figure 5 mentionne ces coefficients et donc la valeur  $E_1$  à  $E_3$  correspondant à des différences de potentiel entre les entrées positive et négative des comparateurs 305 à 307.

Plus précisément pour simplifier le montage pour les coefficients  $\lambda$  négatifs on utilise l'entrée inverseuse (-) des comparateurs pour limiter le nombre de composants. On ne fait pas de comparaison par rapport à 0.

30 En variante on réalise des déphasages de manière discrète. Ainsi dans un mode de réalisation on réalise un déphasage de  $30^\circ$  des signaux des capteurs de manière simple pour une vitesses de rotation déterminée de la machine inférieure à celle de l'art

antérieur comme illustrée à la figure 1 (vitesses de l'ordre de 800 tours par minute non possible avec des capteurs de type tout ou rien).

5 Pour les coefficients  $\lambda$  négatifs on utilise de manière précitée les entrées inverseuses (-) des comparateurs pour limiter le nombre de composants.

Dans ce cas la valeur des coefficients associés aux signaux E1, E2 et E3 sont respectivement 1 -1 0, 0 1 -1 et -1 0 1.

10 Autrement dit on compare les signaux deux à deux dans les comparateurs 305 à 307. E1 est alors égal à C1-C2, E2 à C2 -C3 et E3 à -C1 + C3.

Pour éviter les problèmes liés notamment aux offset on peut faire la somme de tous les signaux, ensuite la diviser par trois et comparer le résultat avec les signaux instantanés.

15 Ainsi comme dans le document WO 02/060711 précité, dans une première phase on utilise directement les signaux C1 à C3, puis dans une deuxième phase on utilise les signaux déphasés de 30° de manière précitée et enfin dans une troisième phase (déphasage de 60°) on effectue une permutation et une inversion des signaux. 20 comme dans le document WO 02/060711. C'est pour cette raison que dans les figures 5 et 8 on a représenté en pointillés des liaisons entre les signaux et l'unité 301, qui est ainsi adaptée à recevoir six informations. Dans la première phase les signaux C1 à C3 sont envoyés directement dans l'unité 301. Dans la 25 deuxième phase l'unité reçoit les informations T1\_x à T3\_x.

Bien entendu on peut réaliser d'autres opérations de permutation et d'inversion.

30 Les vitesses de rotation de la machine pour lesquelles on effectue ces différentes phases sont prédéterminées en fonction de la machine et répertoriée dans l'unité 301.

35 Bien entendu en ce qui concerne le circuit de surexcitation et de démagnétisation rapide on peut utiliser toutes les solutions décrites dans le document WO 02/060711.

Ainsi dans un mode de réalisation, lorsque la machine fonctionne en mode démarreur, notamment pour démarrer le véhicule automobile, la surexcitation (tension et/ou courant délivré par le circuit de surexcitation) est plus grande que la 5 surexcitation en mode alternateur afin de maximiser le couple (et donc la puissance) de démarrage de l'alternateur-démarreur. L'augmentation du taux d'excitation est réalisée par exemple par une surtension aux bornes du bobinage d'excitation du rotor ou par un survoltateur électronique.

10

Avec l'invention il est possible de faire du freinage récupératif.

Ainsi avantageusement ladite machine électrique étant connectée à un réseau de bord du véhicule, en mode alternateur, 15 on active le mode freinage du véhicule avec récupération d'énergie lors des phases de freinage du véhicule automobile.

Lors des phases de freinage, on augmente le taux d'excitation afin de prélever sur le moteur un couple supérieur. L'énergie récupérée est stockée dans un dispositif à stockage 20 d'énergie.

Le dispositif à stockage d'énergie est par exemple une ultracapacité.

L'énergie stockée dans le dispositif à stockage d'énergie est restituée au réseau de bord pour un nouveau démarrage de 25 l'alternateur-démarreur ou pour l'alimentation des consommateurs connectés.

En variante l'énergie stockée dans le dispositif à stockage d'énergie est restituée à l'alternateur-démarreur fonctionnant en mode moteur électrique ou en mode stop.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'une machine électrique tournante polyphasée et réversible, dite alternateur-démarreur, pour véhicule automobile à moteur thermique pouvant fonctionner soit  
5 en générateur électrique - mode alternateur - soit en moteur électrique pour notamment démarrer le moteur thermique, comportant un rotor avec au moins un bobinage d'excitation est caractérisé en ce que, partant de capteurs du type linéaire délivrant des signaux de type sinusoïdal après lecture de la  
10 cible magnétique, on effectue une sommation des signaux délivrés par les capteurs en affectant à ceux-ci un coefficient pour créer des signaux déphasés en nombre égal au nombre de capteurs et en ce que pour chaque signal déphasé la somme des coefficient est nulle.

116

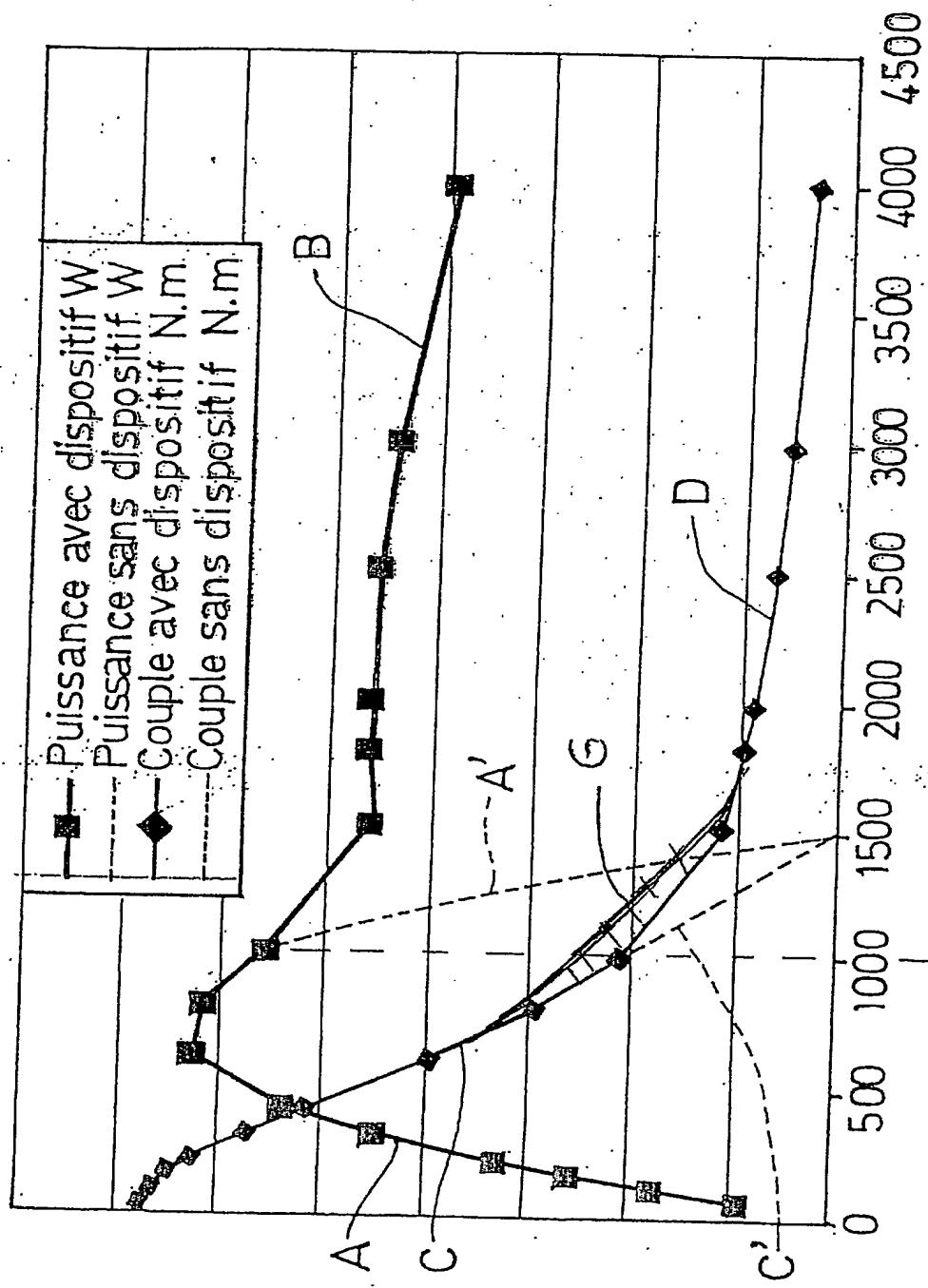


FIG.1

1/4

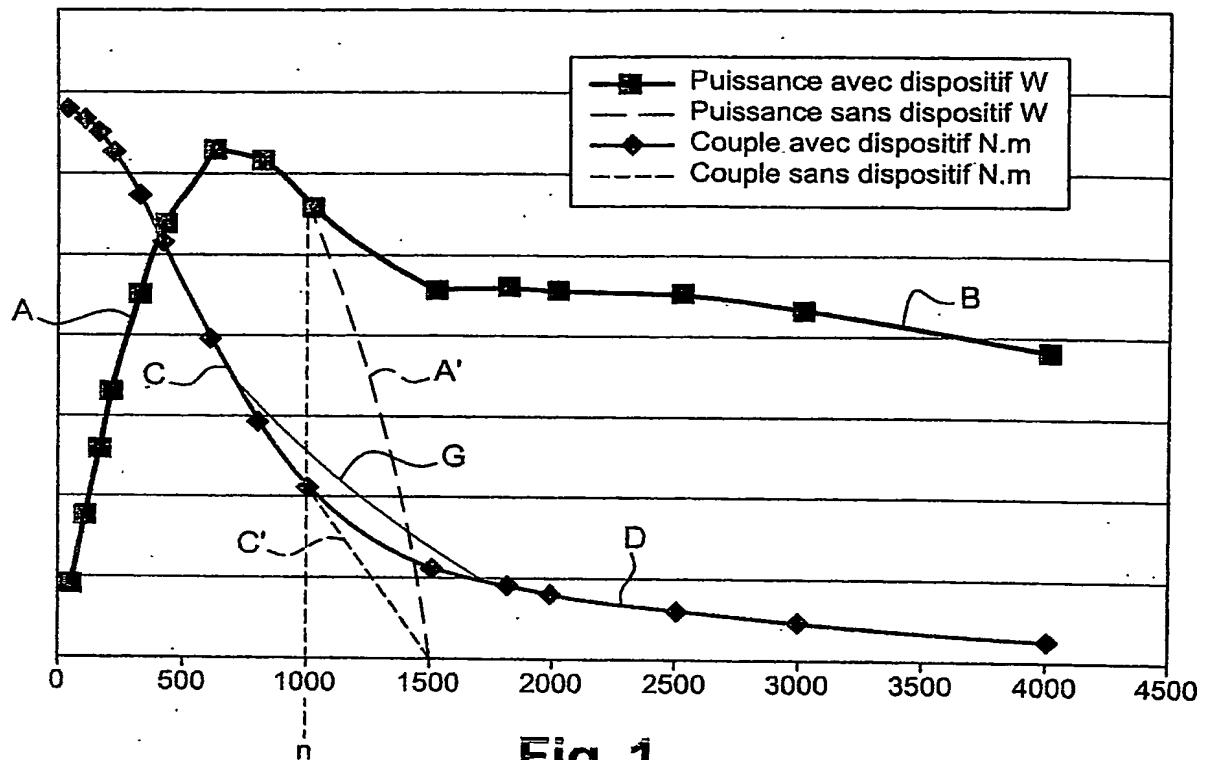


Fig. 1

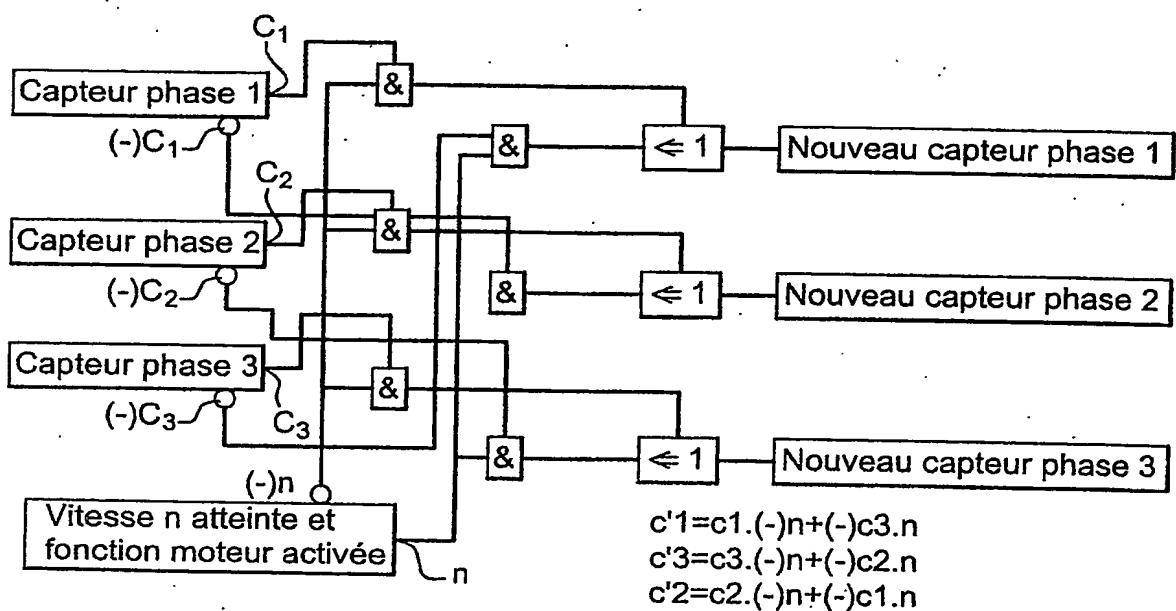


Fig. 2

2 / 6

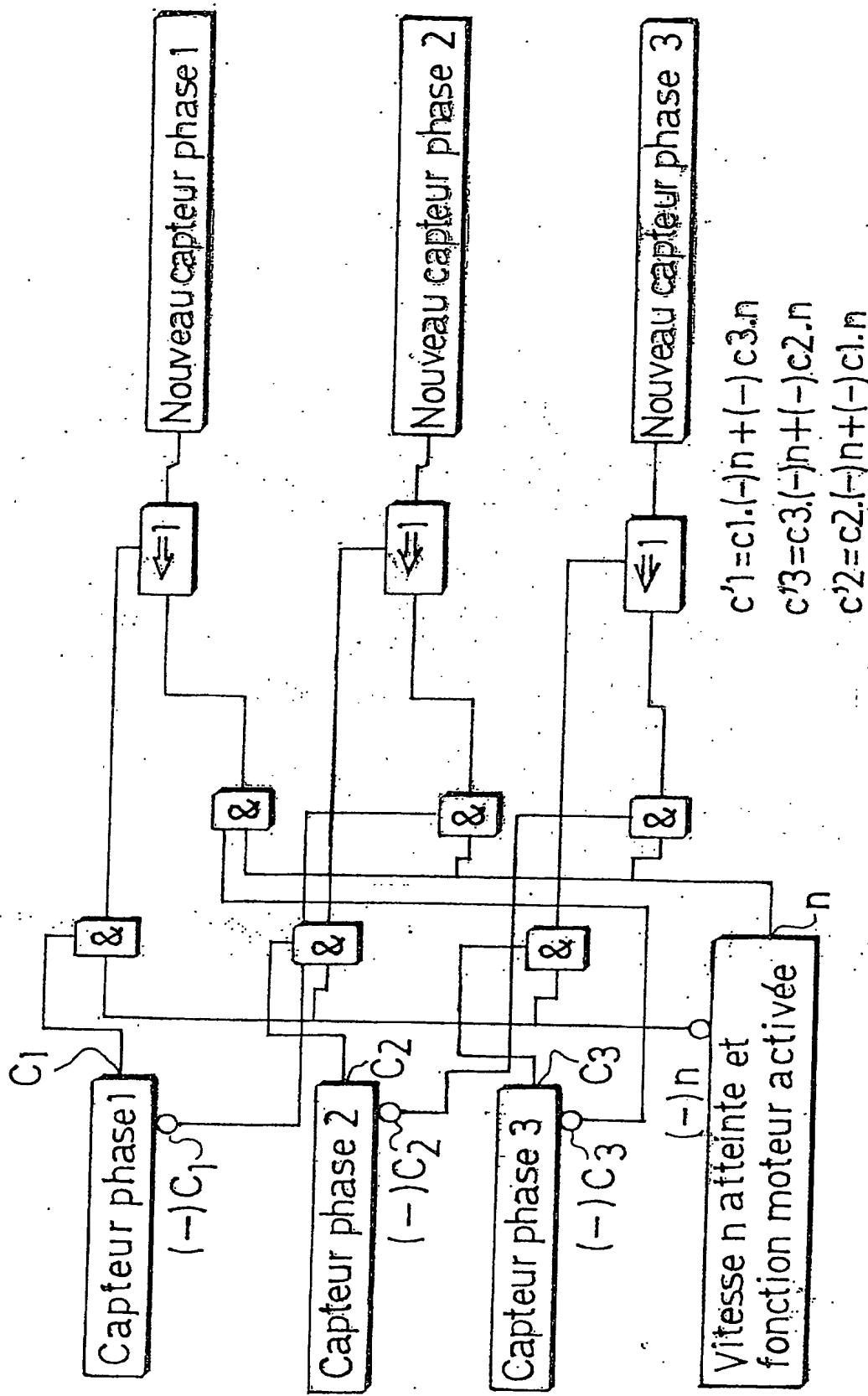


FIG. 2

2/4

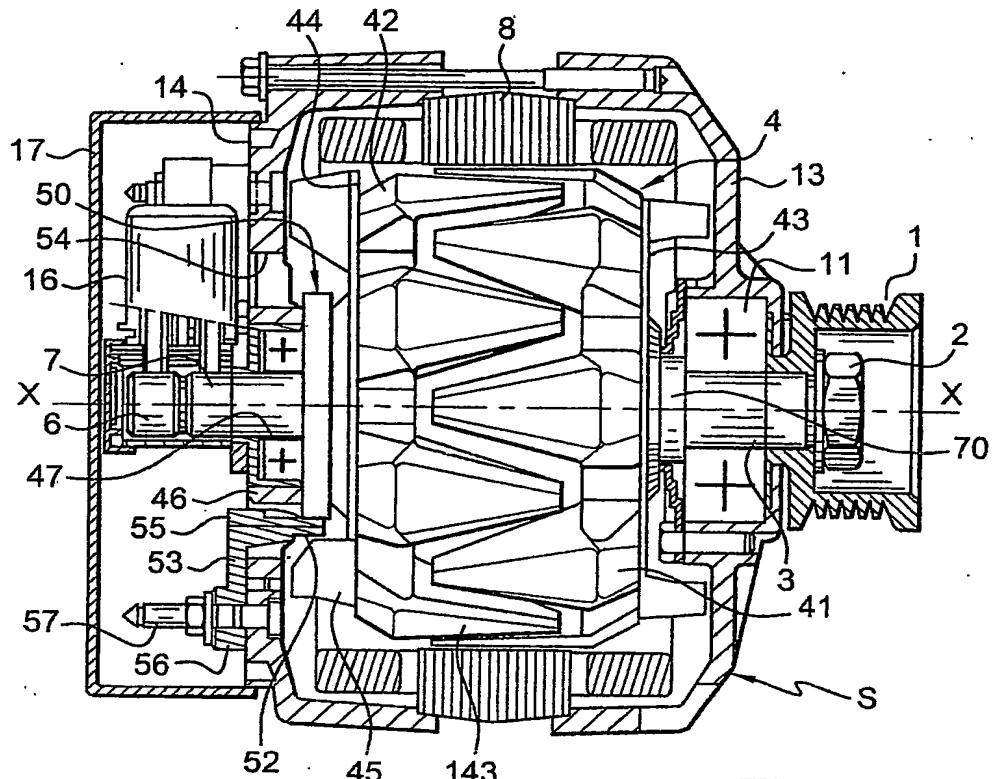


Fig. 3

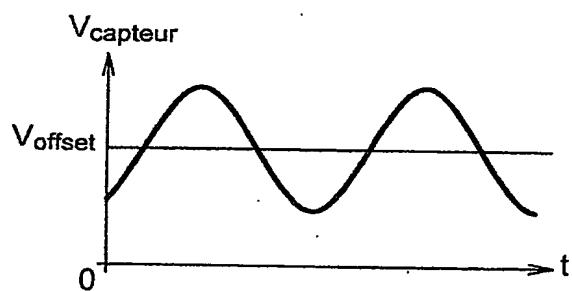


Fig. 4

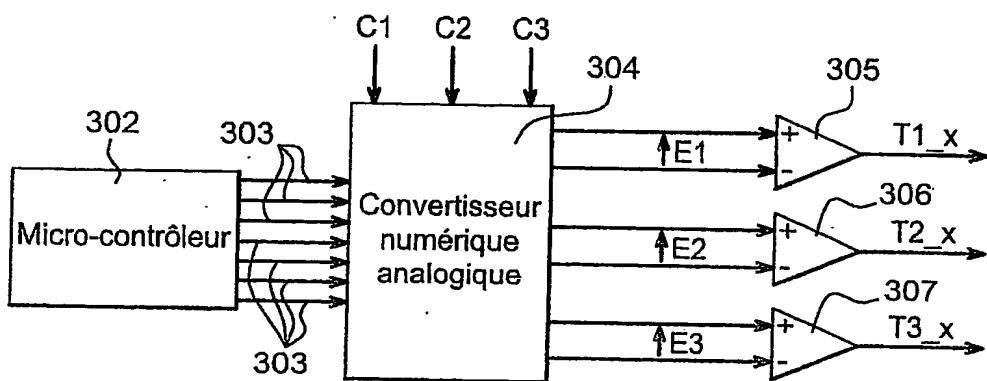
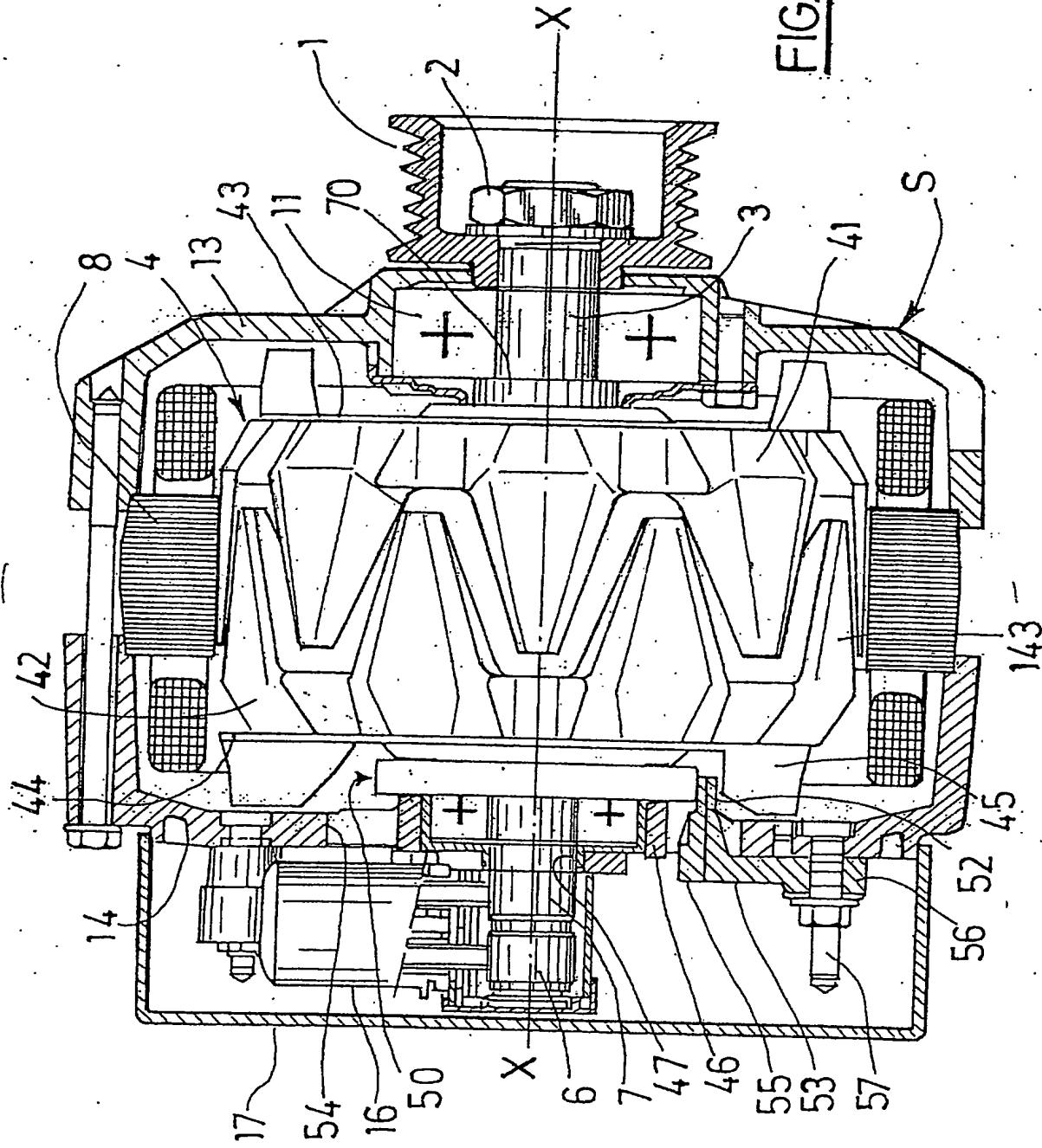


Fig. 6

3/6

FIG.3

3 / 4

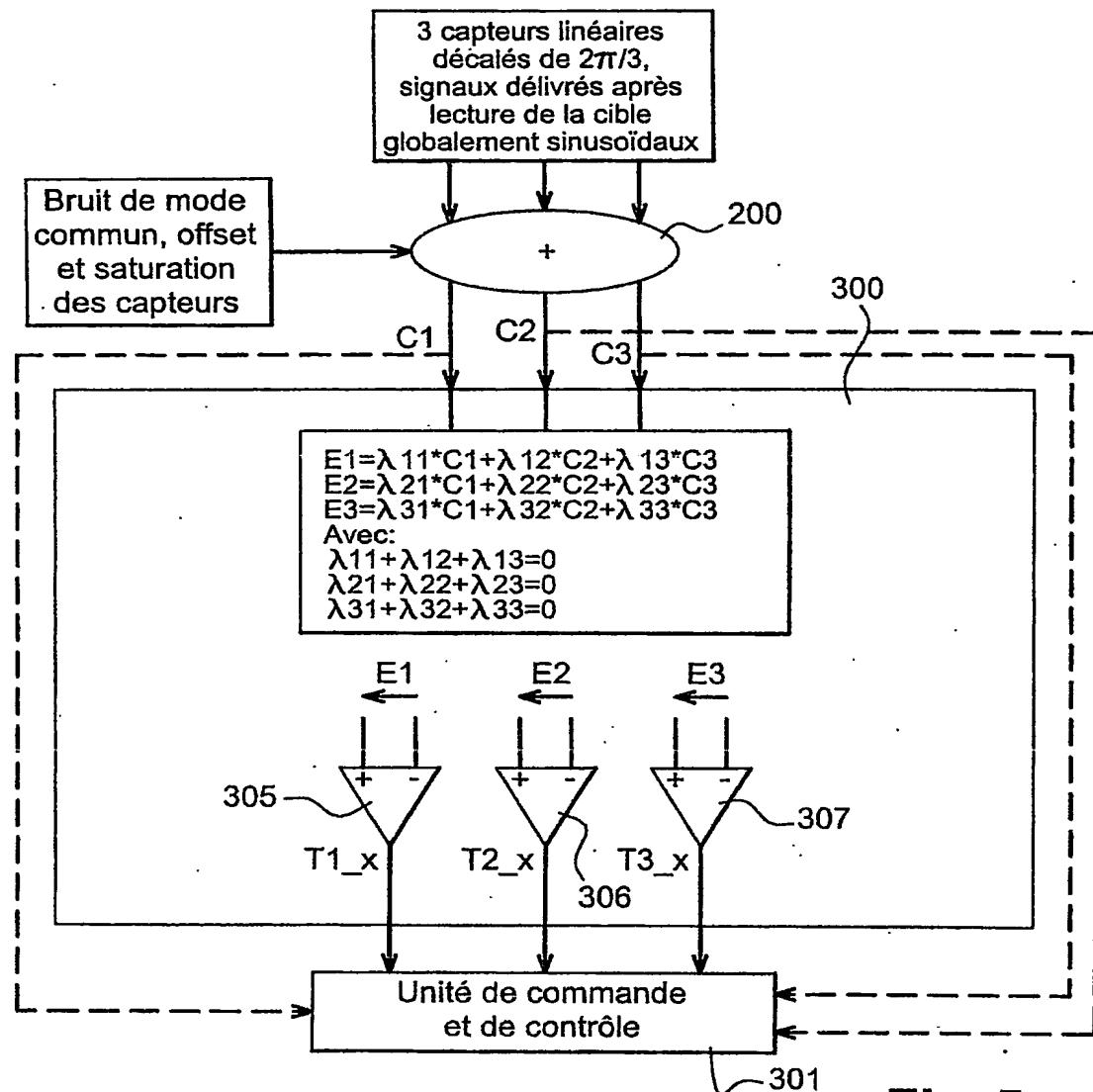


Fig. 5

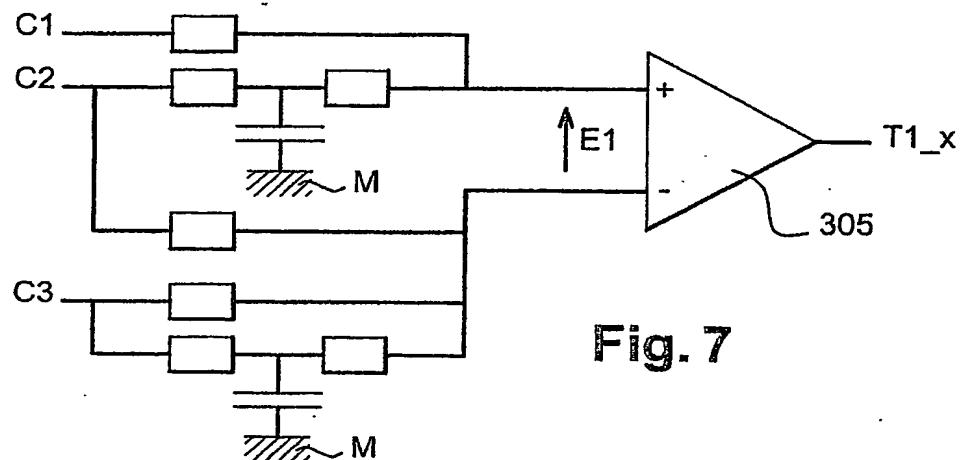
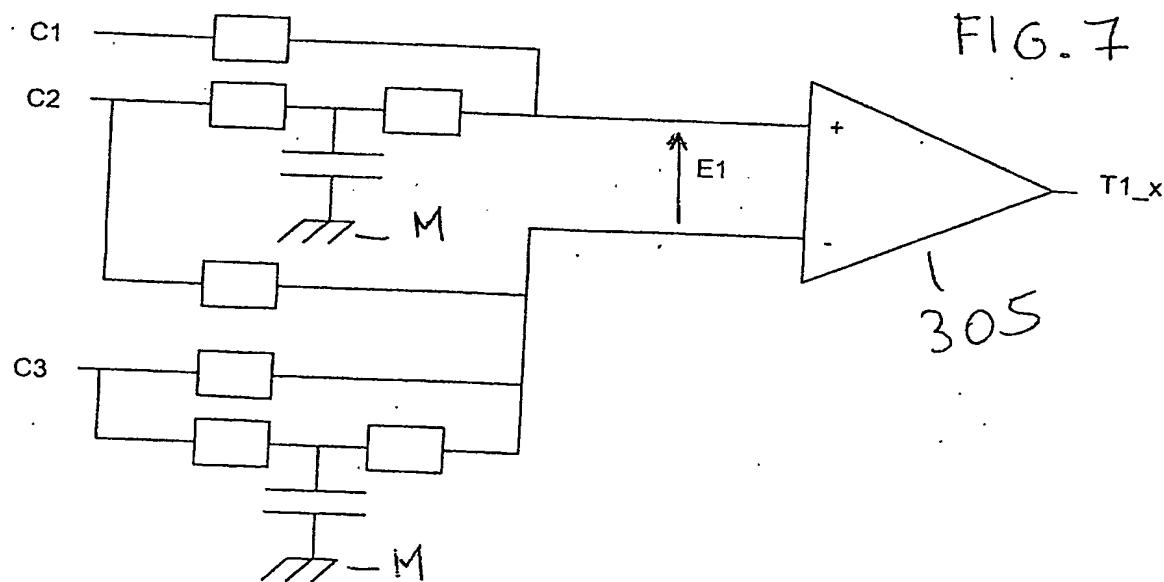
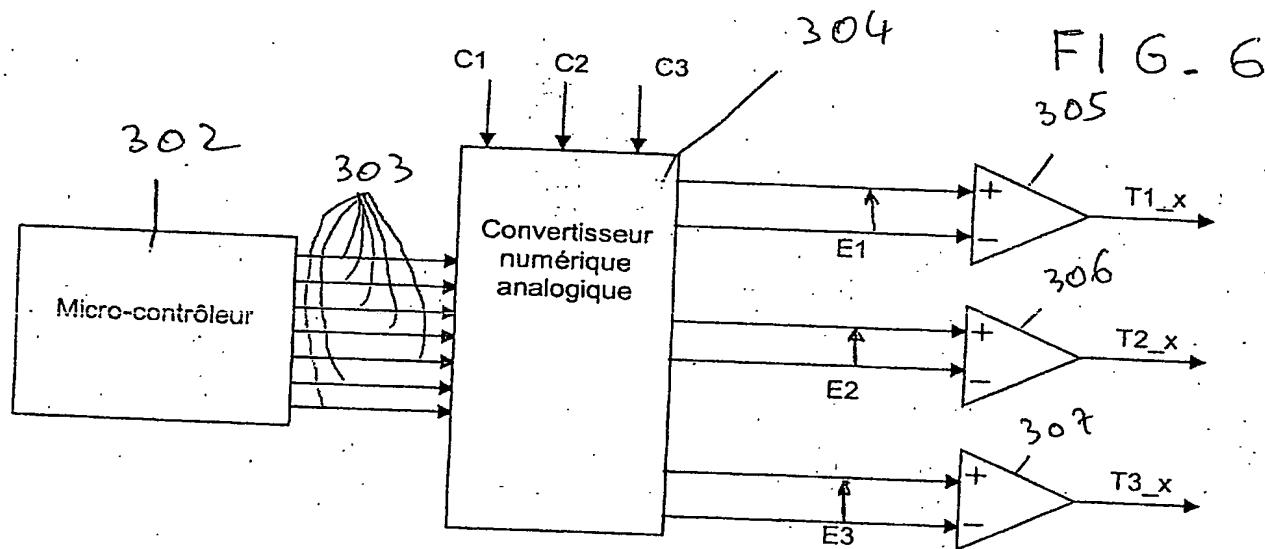
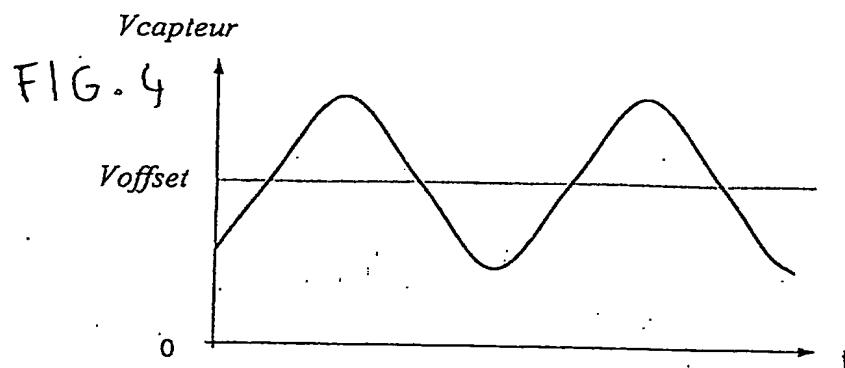


Fig. 7

4 / 6



4/4

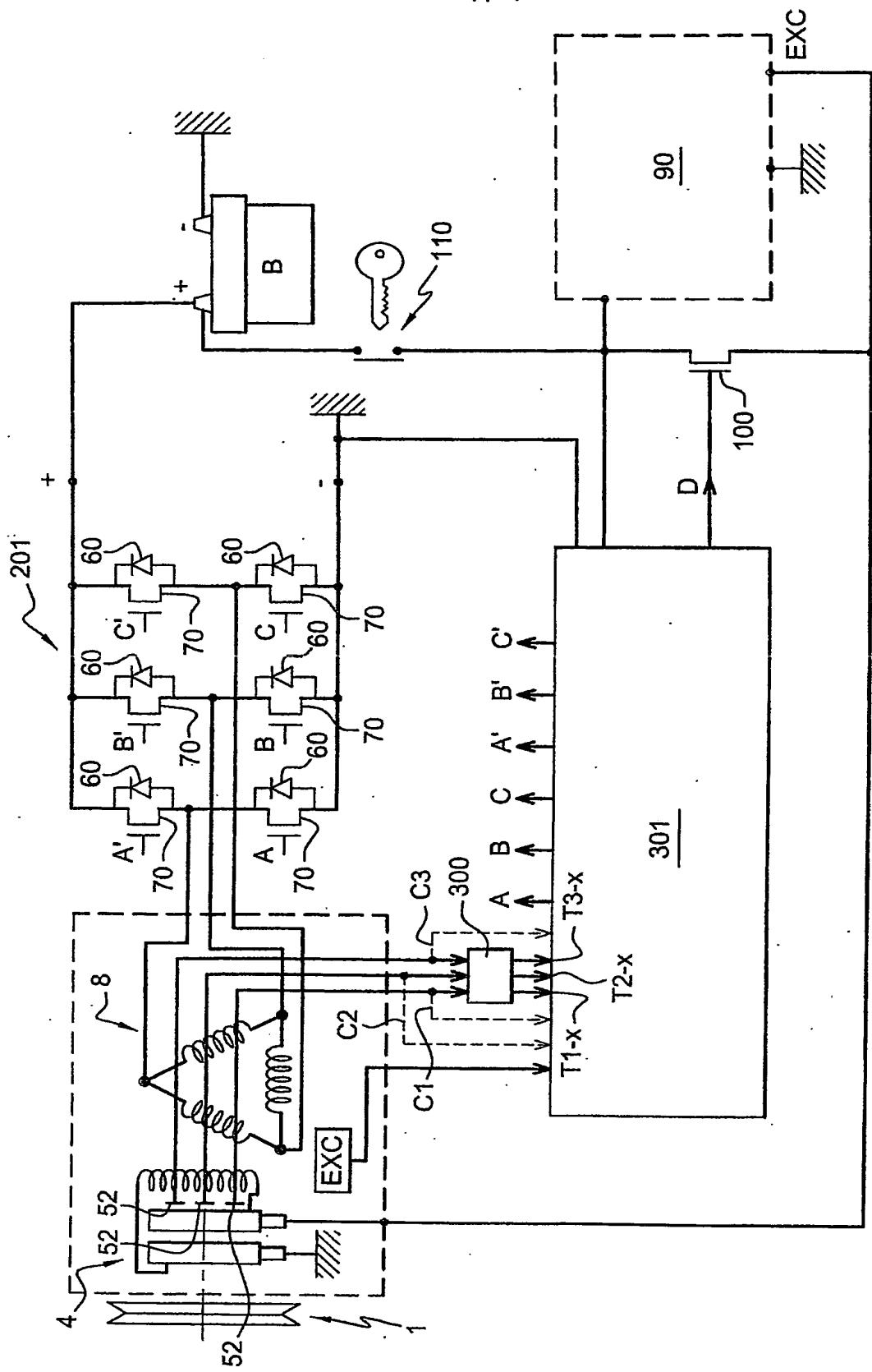
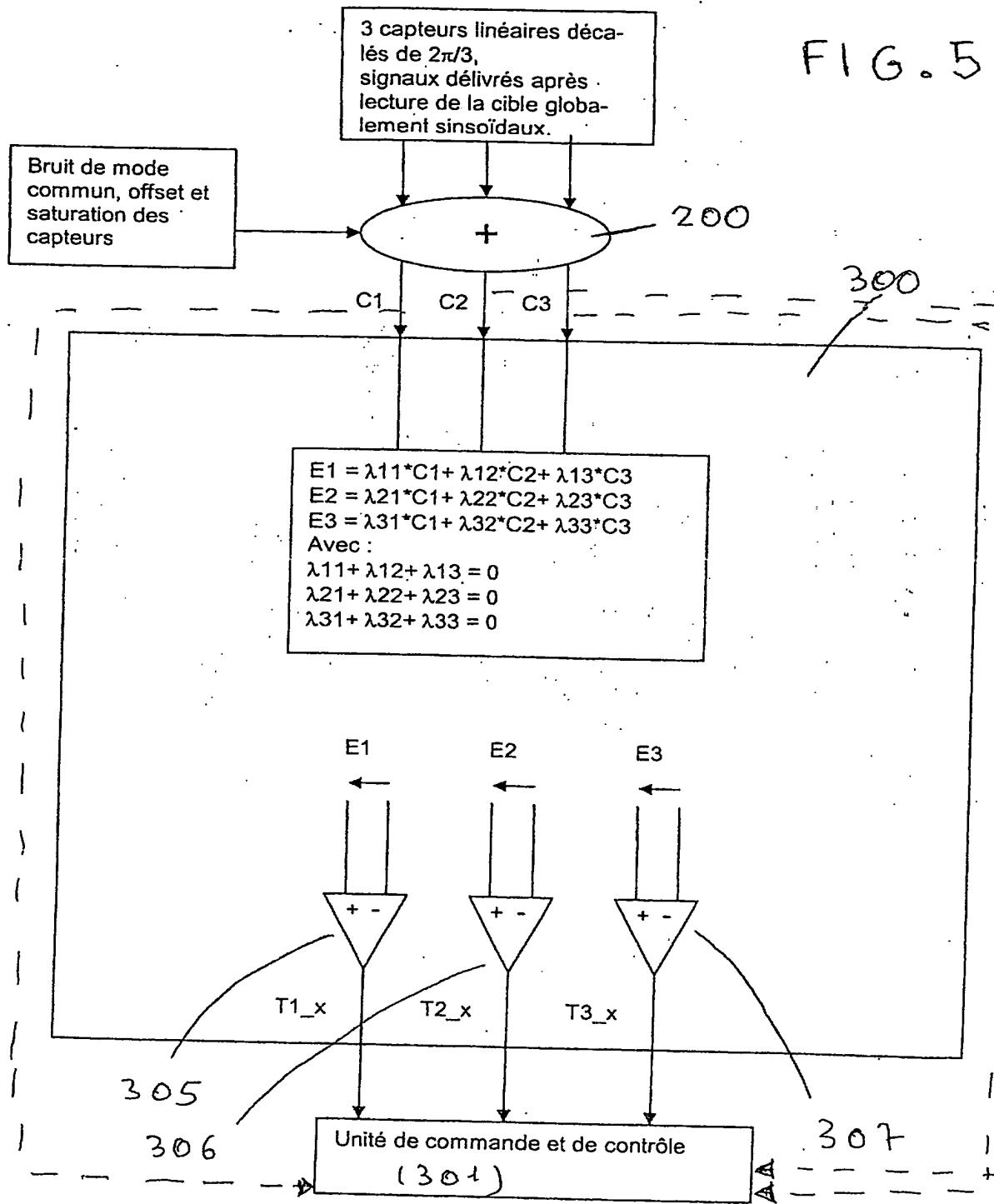


Fig. 8

5 / 6



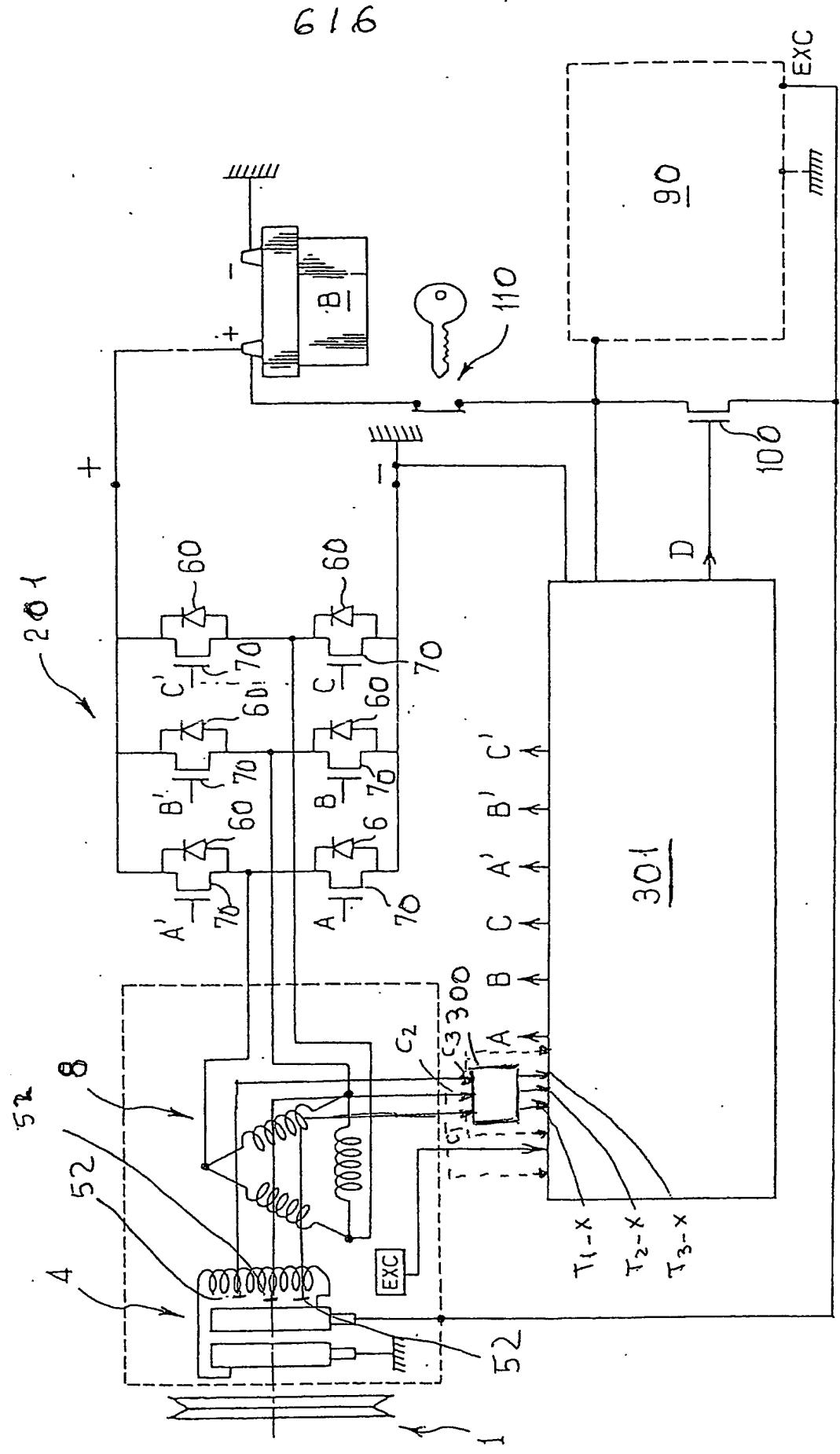


FIG. 8



## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235\*02

## DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	MFR0112		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0305592		
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) <b>PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POLYPHASÉE ET RÉVERSIBLE POUR VÉHICULE AUTOMOBILE A MOTEUR THERMIQUE</b>			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> GAMONAL Didier, représentant la société VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR - 2, rue André-Boule - 94017 CRÉTEIL CEDEX.			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		TASPINAR	
Prénoms		Ertugrul	
Adresse	Rue	97 place de la République	
	Code postal et ville	01400	CHATILLON-SUR-CHALARONNE (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		DUBUS	
Prénoms		Jean-Marc	
Adresse	Rue	94G rue de l'Essonne	
	Code postal et ville	91000	EVRY (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		DOFFIN	
Prénoms		Hugues	
Adresse	Rue	25 rue Chéret	
	Code postal et ville	94000	CRÉTEIL (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Le 14 mai 2003  GAMONAL Didier (PG 8690)			

PCT/FR2004/001085

